

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-251961

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/22
B65G 49/07
H01L 21/31
H01L 21/324
H01L 21/68
// H01L 21/205

(21)Application number : 08-059742

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 15.03.1996

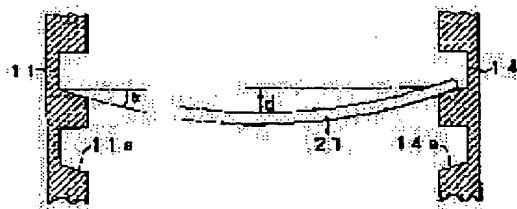
(72)Inventor : NUMANO MASAKUNI
UDOU SUKEMUNE
HOSOKI YOSHISATO

(54) HEAT-TREATING BOAT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent wafers from slipping in heat-treating thereof by placing the wafers on warp-adaptive slopes of wafer mounting parts.

SOLUTION: Posts 11-14 are connected by wafer mounting parts disposed at the same height as the posts to mount wafers 21. Slopes at an angle α corresponding to the warp of the wafers 21 are formed on wafer mounting faces 11a, 14a of grooves of a boat. The wafers are mounted on the slopes and heat-treated. A wafer mounting table has a radius of curvature of 0.5mm or more and the wafer 21 is mounted on this curve face. Thus, it is possible to reduce the slip due to the warp of the wafer and the boat groove.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-251961

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1		H 0 1 L 21/22	5 1 1 G
B 6 5 G 49/07			B 6 5 G 49/07	E
H 0 1 L 21/31			H 0 1 L 21/31	F
21/324			21/324	D
21/68			21/68	V

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-59742

(22) 出願日 平成8年(1996)3月15日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 沼 野 正 訓

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

(72) 発明者 有 働 祐 宗

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

(72) 発明者 細 木 芳 悟

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

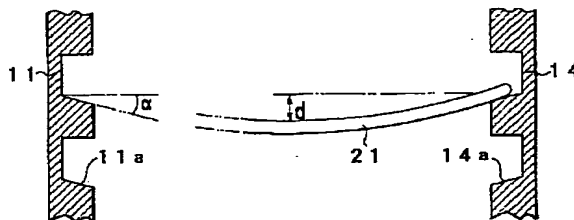
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 熱処理用ボート

(57) 【要約】

【課題】 熱処理過程においてウェーハに生じるスリップ、OSFを減少する

【解決手段】 ウェーハを水平に且つ縦方向に複数保持する熱処理用ボートにおいて、ウェーハ21を保持するボート4の載置部の載置面14aがウェーハ21の撓みに対応した傾斜角 α を有し、ウェーハと面で接触する。ウェーハの内部応力が減少してスリップが減少する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の支柱とこれ等の支柱同士を連結する連結部と、
各支柱の同じ高さ位置に配設されてウェーハを載置する複数のウェーハ載置部と、を備える熱処理用ポートであって、
各ウェーハ載置部は、前記ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項2】複数の支柱とこれ等の支柱同士を連結する連結部と、
各支柱の同じ高さ位置に配設されてウェーハを載置する複数のウェーハ載置部と、を備える熱処理用ポートであって、
各ウェーハ載置部は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項3】ウェーハを水平に載置する環状または円弧状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ポートであって、
前記ウェーハ載置台は、前記ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項4】ウェーハを水平に載置する環状または円弧状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ポートであって、
前記ウェーハ載置台は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項5】前記ウェーハ載置部または前記ウェーハ載置台の傾斜面の傾斜角度 α は、ウェーハの半径を R 、その自重による撓み量 d から、 $\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$ の関係によって定められる、ことを特長とする請求項1または3記載の熱処理用ポート。

【請求項6】前記所定の曲率は、曲率半径が0.5mm以上である、ことを特長とする請求項2または4記載の熱処理用ポート。

【請求項7】前記ウェーハ載置台は、前記ウェーハの外縁を一周する囲み壁を有する、ことを特徴とする請求項3乃至6のいずれかに記載の熱処理用ポート。

【請求項8】前記ウェーハ載置台は、熱処理の際に載置台周縁に生じるガス流の乱れが前記ウェーハの外側に位置するように定められた、前記ウェーハよりも大きい外径を有する、ことを特徴とする請求項3乃至7のいずれかに記載の熱処理用ポート。

【請求項9】上下に隣接するウェーハ載置台相互間の隙間が狭く設定され、ウェーハへのガス流の回り込みが抑制される、

ことを特徴とする請求項7または8記載の熱処理用ポート。

【請求項10】前記ウェーハ載置台が分割可能に形成される、

ことを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載の熱処理用ポート。

【請求項11】ウェーハを水平に載置する環状のウェーハ載置台を上下方向に複数保持する熱処理用ポートであって、

前記ウェーハ載置台は、前記ウェーハの外縁を一周する囲み壁を有する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項12】半径 R のウェーハについて、その自重による撓み量 d を求める過程と、

$\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$ の関係より、傾斜角度 α を求める過程と、

水平方向に対して傾斜角度 α 若しくはこの近傍値の傾きのウェーハ載置面を持つポートを選択する過程と、

選択されたポートにウェーハを載置して熱処理を行う過程と、

20 を含むウェーハの熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ウェーハを複数枚載置するポートに関し、特に、縦型拡散炉（熱処理装置）に使用されるポートの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造には、多数のプロセスが介在する。その一つに熱処理工程がある。熱処理工程は、表層への無欠陥層の形成、ゲッタリング、結晶化、酸化膜形成、不純物拡散等に用いられる、重要なプロセスである。この熱処理工程で用いられる炉、例えば、酸化や不純物拡散に用いられる拡散炉（酸化・拡散装置）には、現在、ウェーハ（シリコン基板）の大口径化に伴い、ウェーハを水平に積層した状態で熱処理する縦型の拡散炉が主に用いられている。この縦型拡散炉内に多数のウェーハを搬入し、あるいは搬出するためポートを用いる。

【0003】図18は、縦型拡散炉（熱処理炉）を概略的に説明する図であり、熱処理炉1の反応室2の内部に搬入されたポート4に載置されたウェーハ21は、反応室2の周囲に設けられたヒータ3によって加熱される。反応室2には、ガス導入管5を介してガス40が導入され、ガス排気管6から外部に排出される。

【0004】図19は、ポート4の構成例を示しており、支持柱11～14が連結部材15によって結合されている。各支持柱には同じ高さでウェーハ載置部としての溝11c～14cが形成されており、これ等の多数の溝内に複数のウェーハが載置される。

【0005】図14はポートの他の例を示している。同図において図19と対応する部分には同一の符号を付し

ている。同図(A)はボート4の平面図、同図(B)は、図14のa-b方向におけるボート4の断面図である。ウェーハはボート支柱11~14の同一平面上となる複数の横溝11c~14c内に水平に載置され、溝によって保持される。このような溝がボートの支柱に多数設けられ、多数のウェーハを溝内に載置する。ボートは、通常、石英(SiO₂)、炭化シリコン(SiC)等の材料で製造されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のボートにウェーハを載置するとき、ウェーハはボートの支柱11~14の溝内に置かれて保持される。この溝はボートの支柱の延在方向に対して直角に形成されている。

【0007】ところで、拡散のような熱処理工程は800℃以上の高温で行われる。この過程でウェーハ内に温度分布が発生する。この温度分布により応力が生じ、この応力がある一定の臨界値を超えると、結晶欠陥であるスリップ(転位)が発生する。転位発生時の臨界値は高温になると急激に小さくなるため、小さい温度分布でも問題になる。また、同一の熱応力が加わる場合、高温程スリップが発生し易くなる。

【0008】ボートの溝にウェーハを水平に積層する場合、ウェーハをウェーハ外周の数点(通常4点)で保持する。ここで、ウェーハを水平に保持した場合、ウェーハの自重により、下方にくぼみが生ずる。この結果、図15に示すように、ウェーハはボートのウェーハ載置溝の角11b~14bと点で接触することになる。

【0009】応力は単位面積に作用する力であるから、点接触した場合、面で接触する場合に比べ、ボートからウェーハに加わる応力は大きくなる。このため、熱処理時にボート溝の接触応力によって結晶面のスリップが発生する。従来の150mmφのウェーハでは撓み量が小さくて、特に問題とならなかったものが、撓み量は半径の4条に比例するため、200mmφウェーハになると、撓み量が大きくなってスリップが顕著に発生する。このスリップ発生箇所は素子を形成すると、接合リーク等の原因となる。

【0010】図17は、他の不具合を説明するためのもので、同図(A)は、ウェーハ21をボート支柱11~14の溝に載置している状態を示す平面図である。また、同図(B)は、図(A)のa-b-c方向における断面図である。

【0011】通常、ウェーハの熱処理は熱処理炉内において、例えば、上方から下方に向かってガス40を流しながら行う。使用するガスは熱処理の目的によって異なるが、主としてH₂、N₂、O₂(酸化膜形成の場合)等が用いられる。不純物拡散の場合には、これ等のガスを不純物化合物ガスのキャリアガスとしても使用する。熱処理は、複数のウェーハをボートの支持柱の溝にセットして行うので、ウェーハの支持柱近傍の部分とその他

の部分とでガス40の回り込み具合が異なる。また、ウェーハ相互間に回り込んだガス40の対流が生じ、対流の生じている部分とそうでない部分とで不純物の拡散状態が異なる。また、ウェーハ周囲のガス流の乱れ40aは、ウェーハに温度分布を生ぜしめ、スリップやOSF(表面積層欠陥)が生じる原因になる。

【0012】よって、本発明は、縦型の熱処理装置にウェーハを保持する際に、ボート溝がウェーハに与える接触応力を緩和して熱処理時にスリップが生じないような熱処理用ボートを提供することを目的とする。

【0013】また、本発明は、ボートに位置されたウェーハ間へガスの回り込みを抑制し、ウェーハ周辺におけるスリップやOSFの発生を減少することを他の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の熱処理用ボートは、複数の支柱とこれ等の支柱同士を連結する連結部と、各支柱の同じ高さ位置に配設されてウェーハを載置する複数のウェーハ載置部と、を備える熱処理用ボートにおいて、各ウェーハ載置部は、ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上にウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0015】また、各ウェーハ載置部は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0016】本発明の熱処理用ボートは、ウェーハを水平に載置する環状または円弧状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ボートにおいて、ウェーハ載置台は、ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上にウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0017】また、各ウェーハ載置台は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0018】更に、本発明の熱処理用ボートは、ウェーハを水平に載置する環状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ボートにおいて、ウェーハ載置台はウェーハの外縁を一周する囲み壁を有する。

【0019】本発明のウェーハの熱処理方法は、半径Rのウェーハについてその自重による撓み量dを求める過程と、 $\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$ の関係より、傾斜角度 α を求める過程と、水平方向に対して傾斜角度 α 若しくはこの近傍値の傾きのウェーハ載置面を持つボートを選択する過程と、選択されたボートにウェーハを載置して熱処理を行う過程と、を含む。

【0020】

【実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施の形態の一例を示している。この例ではボートの平面形状は従来例と同様であるので、特徴が表れるボートの断面図を示し

ている。同図において図14(B)と対応する部分には同一符号を付している。

【0021】本発明においては、ウェーハ21の自重による撓みdに伴うポート溝の接触応力を緩和し、熱処理時の結晶面のスリップによる転位発生を防止するために、ポートに半径Rのウェーハを保持したときのウェーハ中心の撓み量dから、

$$\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1 \quad \dots (1)$$

の関係によって得られる角度 α を求め、ポート溝のウェーハ載置面11a, ..., 14aが水平方向に対し、角度 α だけ傾いているポートを使用して熱(処理)工程を行う。

【0022】上記式(1)の導出について図2を参照して説明する。同図において、ウェーハがポートに載置されて円弧状に撓んでいるものとする。弧ABCはウェーハの撓み(断面)を表している。Oは円弧の中心、rは円弧の曲率半径、Rはウェーハの半径、Dは線分ACとOBの交点である。線分DBが撓みdに相当する。 α は接線AA'(載置面に相当する)と線分AD(水平方向に相当する)のなす角度である。

【0023】三角形OADにおいて、角度ODA(=角度OAA')=90度であるから、角度AOD= α 、AB=r・ α =Rであるから、

$$r = R / \alpha \quad \dots (2)$$

また、BO=BD+DO=rより、 $d + r \cos \alpha = r$ であるから、

$$\cos \alpha + d/r = 1 \quad \dots (3)$$

(3)式に(2)式を代入すると、 $\cos \alpha + d \cdot \alpha / R = 1$ となつて、ウェーハが撓んだ状態における関係を示す(1)式が導出される。この(1)式において、曲率半径は定数であるから、撓み量dを測定することによって角度 α が求められる。ウェーハを載置する面の傾斜が角度 α あるいは後述するようにそれよりも少し大きいものを選択することによって、ウェーハは面接触によってポートで支持される。

【0024】本発明の実施例について説明する。まず、ウェーハとしていわゆるCZ法で育成された面方位(100)の200mmφ、厚さ725μm、の鏡面ウェーハを用いた。この熱処理では、200mmφのウェーハ21をポートに載置したときのウェーハ中心の撓み量dを求めると、0.09mmであるので、ポートの溝は載置面と水平との角度 α を、 $\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$ より求めた、0.10度傾けたものを用いた。

【0025】このポートにウェーハを載置し、縦型の熱処理炉に800℃にて導入した。その後、水素(H₂)雰囲気中で1200℃まで昇温し、1200℃で1時間熱処理を行った。その後800℃まで降温し、熱処理炉から取り出した。

【0026】従来例のサンプルとして、実施例と同じ200mmφのCZ基板(ウェーハ)を図14に示す従来

のポートに載置し、実施例と同様の条件で熱処理を行った。従来のポートは溝内のウェーハ載置面が水平方向となす角度は0度である。実施例、従来例共にポートの材質は石英で同じである。

【0027】従来例のポート、実施例のポートを用いて熱処理を行ったウェーハをX線Lang法(Moka(220)反射)にてウェーハに生じたスリップを評価した。これを図16に示す。同図において、11~14は、ポートの支柱11~14が存在した位置を示す。

【0028】従来のポートを使用した場合は、ポートの接触部(2ヶ所)からスリップ21aが0~5cm程度生じている。スリップ発生傾向は、ウェーハ周辺の少し内側のところにスリップ発生の起点が見られる。この起点はウェーハとポートの溝部との接触部分11b、14bに対応している。通常、熱処理時に熱応力によって発生するスリップはウェーハの外周(エッジ)を起点に発生するので、ポートとの接触応力が加わってスリップが生じたことが判る。

【0029】これに対し、本発明に係るポートを使用した場合には、ウェーハへのスリップの発生は見受けられなかった。

【0030】このように、ポートの溝のウェーハ載置面にウェーハの撓み量に対応した角度の傾斜面を形成する。従来技術では熱処理中にウェーハと点接触になって応力が一点に集中し、スリップが発生するが、本発明では、面接触とすることによって、応力の一点集中を回避することができる。

【0031】次に、第2の実施例について説明する。この実施例では、上記実施例と同じウェーハを使用し、ポートの載置面の傾斜角度 α を2度に傾けたポートを使用して1200℃、1時間の同じ条件の熱処理を行った。このウェーハをX線Lang法により、同様に評価した。その結果、第1の実施例と同様に、スリップの発生は見られなかった。

【0032】これは、ポート溝の載置面の傾斜角度 α をウェーハの撓み量に応じた角度以上の角度に設定することによって、溝のエッジがウェーハに点接触することが回避されたためと考えられる。通常、ウェーハは断面形状が円弧状(半円)であるベベル部で溝の載置面に接触することになる。このため、従来のポートに比し、接触面積が増して、接触応力が減少し、スリップの発生が防止される。

【0033】このように、ポートの溝のウェーハ載置面の傾斜をウェーハの撓み量dに対応した角度 α に設定することが好ましいが、実用上、ウェーハ載置面の傾斜を角度 α より大きい角度であればスリップ発生防止の効果を得られる。

【0034】図3に、第2の実施の形態を示す。同図において図17と対応する部分には同一符号を付している。この実施の形態では、ウェーハの縁を囲む環状のサ

セブタ(台)にウェーハを載置してボートに載せる。図3(A)は、ボートにウェーハを載せた状態の平面図、同図(B)は、同図(A)のa-b-c方向における断面図である。

【0035】ウェーハ21はサセブタ31の内側に傾斜した載置面31a上に載置される。載置面31aの傾斜角度 α は前述した式(1)に基づいて定められており、上述した実施例と同様に応力によるスリップの発生を抑制する効果を発揮する。

【0036】サセブタ31は、全体が環状に形成されており、更に、その径方向における断面形状が、内周側31bに載置面があり、外周側が壁31cとなるような、内側を向く“L”字状となっている。この例では、サセブタの壁31cは、その上端面が載置したウェーハ21の上面よりも高い位置になるように形成され、また、ウェーハ21の外縁を一周するように形成されている。なお、断面形状は“L”字状に限定されるものではなく、例えば、“逆T”字状であっても良い。ウェーハ21を載置した各サセブタ31相互間の間隔は従来のボート載置の場合に比べて狭く設定される。

【0037】このような構造のサセブタを使用することにより、ガスの回り込みや、回り込みに起因する対流が抑制される。特に、ウェーハを反応させずに熱処理を行う場合に都合がよい。

【0038】図4は、第3の実施の形態を示している。同図において図17と対応する部分には同一符号を付している。この実施の形態も、ウェーハを環状のサセブタ(台)に載置してボートに載せるが、サセブタ外径はウェーハの外径よりも大きい。図4(A)は、ボートにウェーハを載せた状態の平面図、同図(B)は、同図(A)のa-b-c方向における断面図である。

【0039】ウェーハ21はサセブタ31の内側に傾斜した載置面31a上に載置される。載置面31aの傾斜角度 α は前述した式(1)に基づいて定められており、上述した実施例と同様に応力によるスリップの発生を抑制する効果を発揮する。

【0040】この例では、上述したように、サセブタ31の径がウェーハ21の径よりも十分に大きく形成される。このため、サセブタ31の外周側に生じ得るガスの回り込み40aや、回り込みに起因する対流による影響がウェーハ21までは及ばない。

【0041】上述したサセブタを使用してウェーハをボートに載置する方法について図5を参照して説明する。ここでは、2つの例について説明する。第1の例では、図5(A)に示すように、ウェーハ21を環状のサセブタ31に載置する。その後、ボートの支柱11~14の各々に一定ピッチで設けられた複数の溝や穴(図示せず)を利用して、サセブタ31を当該溝等に嵌合あるいは係合する。これにより、図5(C)に示すように、ウェーハ21がサセブタ31を介してボートに載置され

る。同様にして、複数のウェーハがボートに載置される。

【0042】第2の例では、図5(B)に示すように、ボートとサセブタとを一体的に構成する。そして、サセブタ31を本体側31Aと分割片31Bとに分離可能に形成する。この場合には、分割片31Bを外して、ウェーハ21を本体側のサセブタ31Aに載置する。その後、分割片31Bの挿入ピン31cをサセブタ31Aに形成された穴(図示せず)に嵌合して閉じる。これにより、図5(C)に示すように、ウェーハ21がサセブタ31を介してボートに載置される。同様にして、複数のウェーハがサセブタを介してボートに載置される。

【0043】次に、傾斜面を有するサセブタを用いた場合の実験結果について説明する。ボートの溝ピッチは6.3mm、ウェーハ径は200mmのものを使用し、従来のボートと図3及び図4記載のボートとを比較した。各ボートにはウェーハを100枚載置できる。

【0044】図3に示すサセブタの寸法は、直径206mm、高さ4mm、隣接するサセブタとの隙間2.3mm、ウェーハの撓みに応じた載置面の傾斜角 α を0.1度にする。図4に示すサセブタは、直径220mm、高さ2mm、傾斜角 α を0.1度とした。従来型を含む三種類のボートに、面方位(100)、P型、抵抗 $\rho=4\sim6\Omega\text{cm}$ 、酸素濃度(O_2) $=12.5\sim13.5\times 10^{17}$ 原子/cmの鏡面ウェーハを100枚ずつ載置した。

【0045】ボートを縦型拡散炉に入れ、水素雰囲気中で熱処理を行った。水素ガスの流量は10l/min、800℃で炉に搬入し、水素ガスに置換後1000℃までは15℃/min、1200℃までは3℃/minで昇温した。1200℃で1時間熱処理を行った後、昇温時と同じく1000℃までは3℃/min、800℃までは15℃/minで降温し、炉内のガスを窒素ガスに置換した後、ウェーハを搬出した。アニール後のウェーハを各ボートから20枚ずつ抜き取り、10枚をX線Lang法でスリップの評価を行った。残りの10枚については酸素雰囲気中で、780℃で3時間、1000℃で10時間のアニールを行った後、ライト(Wright)液で1分間エッチングし、OSF(表面積層欠陥)を観察した。

【0046】その結果、従来のボートを用いたウェーハの熱処理では、図13(A)に示すように、ウェーハ21に、ボートのロッドが接触した部分から最大30mmのスリップ21aが発生した。また、外周3~5mmのところにも最大密度 5×10^3 個/cm²のOSF21bが帯状に発生した。

【0047】これに対し、図3及び4に示すサセブタを用いたウェーハの熱処理では、図13(B)に示すように、スリップ及びOSFは発生しなかった。これは、ウェーハがサセブタのウェーハの撓みを考慮した傾斜面に

面接触し、ウェーハの自重が分散して内部応力が減少したためスリップが抑制されたと考えられる。また、ガスの回り込みが抑制されて水素ガス中の不純物による汚染が回避されOSFが発生しなかったと考えられる。更に、このような熱処理を行ったウェーハにICを製造した。従来のボートを使用してウェーハの熱処理を行ったものには、外周部のチップに不良が多発したが、本願のボートを使用したものにはそのように傾向は見られなかった。

【0048】このようにウェーハを載置する面をウェーハの自重による撓みを考慮して傾斜面とし、面接触によってウェーハを載置（保持）することによって、スリップの発生を抑制することが可能となる。更に、炉内のガス流を考慮したサセブタを使用してウェーハの表面近傍でガス流の乱れが生じないようにすることでスリップの発生とOSFの発生とを同時に抑制することが可能となる。

【0049】なお、実施の形態では、サセブタを環状としたが、ウェーハの撓みによるスリップ発生の抑制を主たる目的とする場合には、サセブタを円弧状とすることができる。

【0050】次に、第4の実施の形態について図6～図12を参照して説明する。まず、ボート載置部のコーナ（エッジ）部分11b～14bから内部応力によって200mmφウェーハに発生する転位の抑制を実現するために、ウェーハを載置する部分11c～14cを球面と仮定した場合に、球半径とウェーハに作用する分解剪断力との関係を調べた。この結果を図6のグラフに示す。

【0051】同図において、白丸のプロットは150mmφウェーハの場合を、黒丸のプロットは200mmφウェーハの場合を示す。これより、球半径を0.6mmの近傍にすると、分解剪断応力値が60MPaであることが判った。そして、球半径が0.6mm以下の場合には、剪断応力が大きく増えるためウェーハに転位が生ずると推定される。球半径が0.6mm以上の場合には剪断応力が緩和されるので転位は減少すると推定される。

【0052】そこで、ボートのウェーハの載置溝のウェーハと接触するコーナ部分11b～14bを種々の曲率半径としたものを作成した。これを図7及び図8に示す。両図において、図15と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。これ等のボートに200mmφのウェーハを載置し、前述した縦型熱処理炉によってウェーハに所定の熱処理を行った。熱処理されたウェーハの転位の発生状態をX線トポグラフィによって観察した。その結果を図10に示す。同図において、横軸はコーナの曲率半径を、縦軸は生じた転位（スリップ）の長さを表している。ウェーハを載置する面のコーナ部の曲率を0.6mm以上にしてボートを形成するとスリップ（転位）の発生が抑制されることが確認された。また、従来のボートにおいては、ウェーハの裏面

側から発生したスリップがウェーハの表面側に至るスリップも見受けられたが、曲率を0.6mm以上にした場合に、ウェーハの裏面側にスリップが発生しても表面側にまで至るようなことはなくなった。

【0053】なお、ウェーハの載置面の形状は図7及び図8（A）に示す断面方向においてのみならず、図8（B）に示すように、ウェーハ載置面11aの上面から見たコーナにも曲率を設けることとしても良い。図9は、ウェーハ載置面14aのコーナ部が14bが三次元の曲面を持つ場合を示している。

【0054】図11及び図12は、それぞれ図3（B）及び図4（B）のウェーハ21をサセブタ31に載置する前述の実施の形態に適用した例を示している。サセブタの載置面をウェーハの撓みに応じた傾斜面とする代わりに、載置面31aのコーナが所定の曲率半径、例えば、0.6mm以上の曲率半径を持つサセブタとする。この実施の形態によっても上記実施の形態と同様に、載置面のコーナに起因するスリップ発生の抑制、ガス流の乱れによる温度差に起因するスリップやOSF発生等の不具合の解消が可能となる。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のボートを使用することによって、ウェーハを水平に載置して熱処理を行う従来の場合に比べて、ウェーハの撓みとボート溝に起因してウェーハに生じるスリップの発生を減少することが可能となる。これは特にウェーハの降伏応力が小さくなる1000℃以上の高温熱処理で効果的である。

【0056】また、本発明の載置面の傾斜あるいは曲面によるスリップ発生の抑制とガス流の回り込み防止とが図られたサセブタを使用するボートでは、更にウェーハ近傍へのガスの回り込みも抑制されてOSFが減少して好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の自重により撓むウェーハを面接触で載置するボートを説明する説明図である。

【図2】関係式の導出を説明する説明図である。

【図3】ウェーハの載置面がウェーハの撓みに応じた傾斜となり、更にウェーハを囲む壁を有するサセブタを介してウェーハをボートに載置する例を説明する説明図である。

【図4】ウェーハの載置面がウェーハの撓みに応じた傾斜となり、更にウェーハよりも一回り径の大きいサセブタを介してウェーハをボートに載置する例を説明する説明図である。

【図5】ウェーハを載置したサセブタをボードに組み合わせる例を示す説明図である。

【図6】ウェーハを載置する載置部を球状とした場合の球半径と剪断応力との関係を示すグラフである。

【図7】本発明の自重により撓むウェーハを曲面接触で

11

載置するボートの例を説明する説明図である。

【図8】本発明の自重により撓むウェーハを曲面接触で載置するボートの他の例を説明する説明図である。

【図9】本発明の自重により撓むウェーハを曲面接触で載置するボートの例を説明する斜視図である。

【図10】ウェーハを曲面に載置した場合の載置面の曲率半径と発生するスリップの長さとの関係を示すグラフである。

【図11】ウェーハを載置する載置台の載置面のコーナを曲面で形成した例を示す説明図である。

【図12】ウェーハを載置する載置台の載置面のコーナを曲面で形成した他の例を示す説明図である。

【図13】従来のボートと本願のボートとを用いた場合の結果を説明する説明図である。

【図14】従来のボートを説明する説明図である。

【図15】従来のボートにおける不具合の発生を説明する説明図である。

【図16】ウェーハに発生するスリップを説明する説明図である。

【図17】従来のボートにおける不具合の発生を説明する説明図である。

【図18】縦型熱処理炉の例を説明する説明図である。*

12

*【図19】縦型炉用熱処理ボートの例を示す説明図である。

【符号の説明】

1 熱処理炉

2 反応室

3 ヒータ

4 ボート

5 ガス導入管

6 ガス排出管

10 11~14 ボートの支柱(ロッド)

11a, 14a ウェーハ載置面

11b~14b ウェーハ載置面のコーナ部

11c 支持柱の溝部

15 支持柱連結部材

21 ウェーハ

21a スリップ

21b OSF

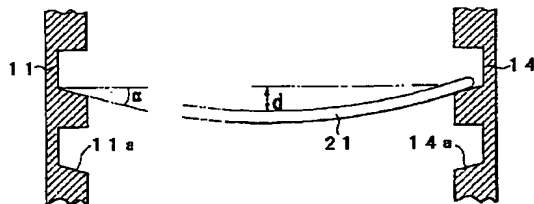
31 サセブタ

31c 囲み壁

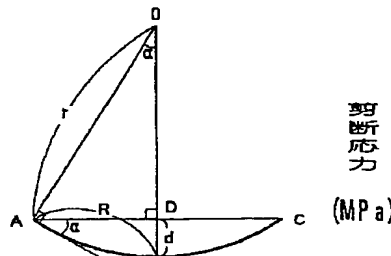
20 40 ガス流

40a ガス流の回り込み

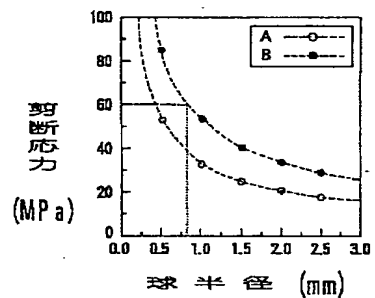
【図1】



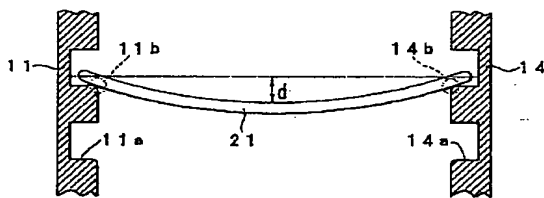
【図2】



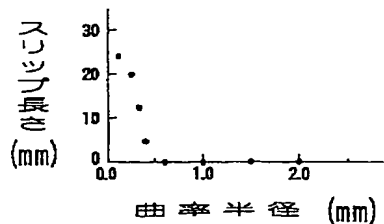
【図6】



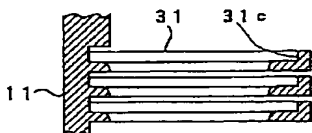
【図7】



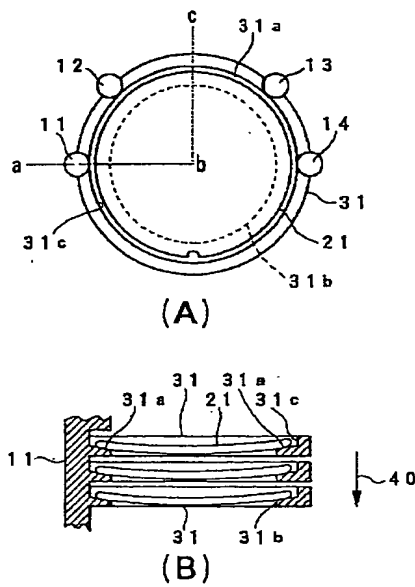
【図10】



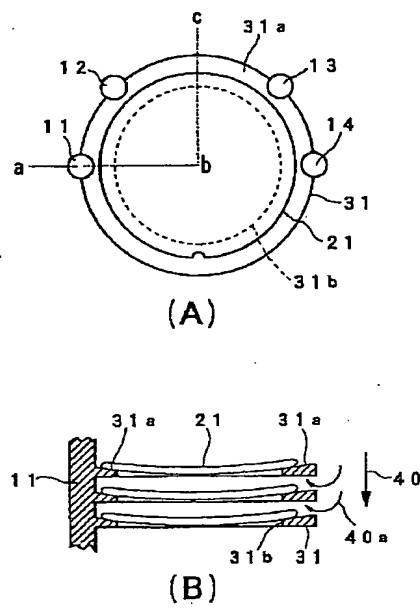
【図11】



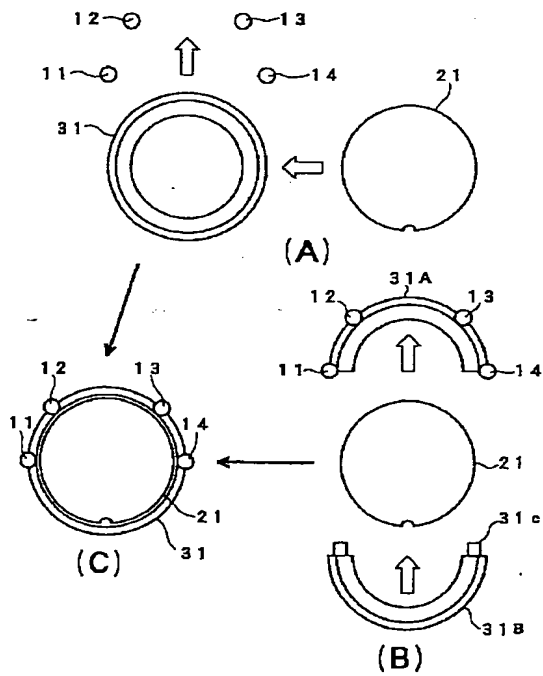
【図3】



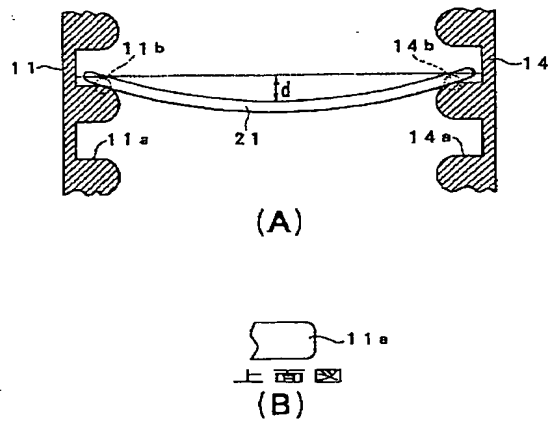
【図4】



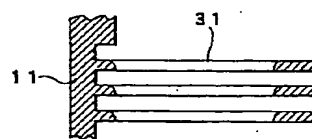
【図5】



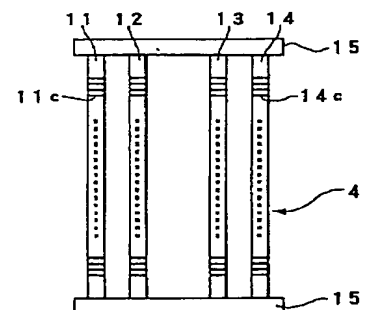
【図8】



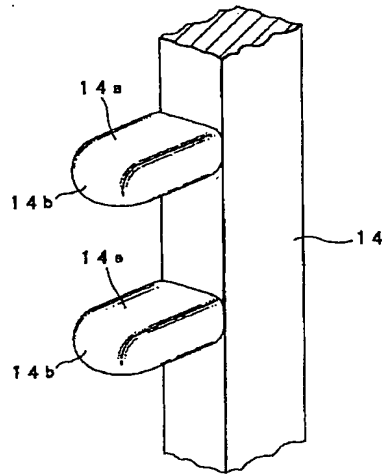
【図12】



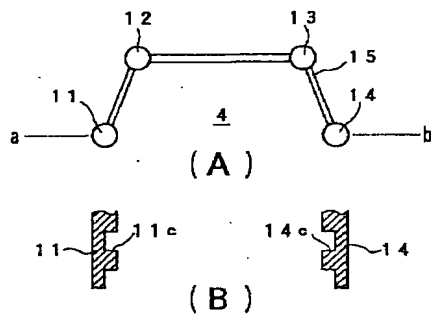
【図19】



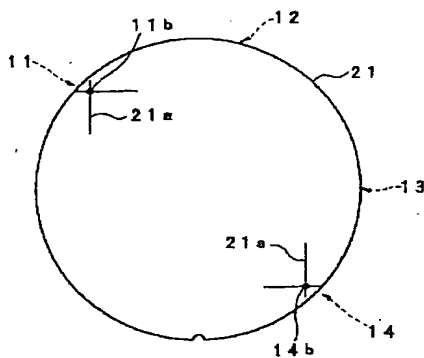
【図9】



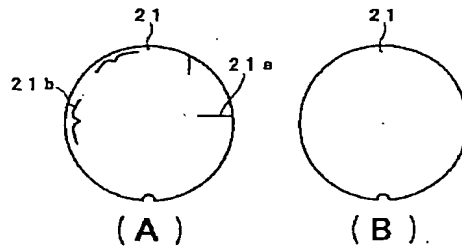
【図14】



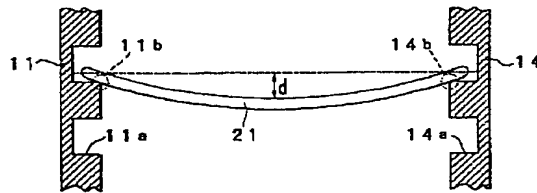
【図16】



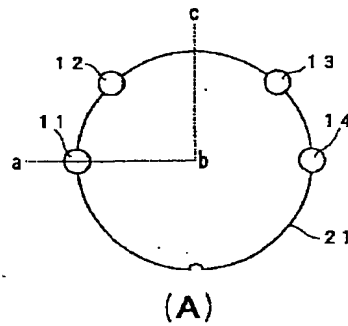
【図13】



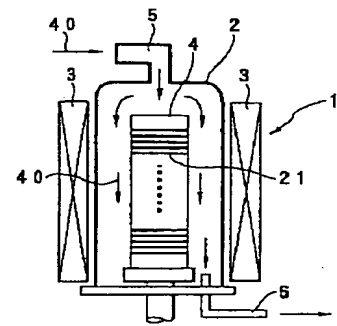
【図15】



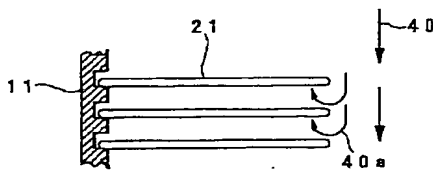
【図17】



【図18】



(B)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
// H 0 1 L 21/205

識別記号

弁内整理番号

F I
H 0 1 L 21/205

技術表示箇所

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-251961

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/22
B65G 49/07
H01L 21/31
H01L 21/324
H01L 21/68
// H01L 21/205

(21)Application number : 08-059742

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 15.03.1996

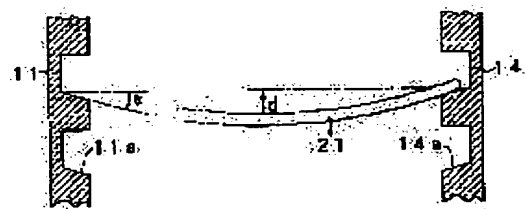
(72)Inventor : NUMANO MASAKUNI
UDOU SUKEMUNE
HOSOKI YOSHISATO

(54) HEAT-TREATING BOAT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent wafers from slipping in heat-treating thereof by placing the wafers on warp-adaptive slopes of wafer mounting parts.

SOLUTION: Posts 11-14 are connected by wafer mounting parts disposed at the same height as the posts to mount wafers 21. Slopes at an angle α corresponding to the warp of the wafers 21 are formed on wafer mounting faces 11a, 14a of grooves of a boat. The wafers are mounted on the slopes and heat-treated. A wafer mounting table has a radius of curvature of 0.5mm or more and the wafer 21 is mounted on this curve face. Thus, it is possible to reduce the slip due to the warp of the wafer and the boat groove.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the boat for heat treatment characterized by what it is a boat for heat treatment equipped with the connection section which connects stanchions, such as this, with two or more stanchions, and two or more wafer installation sections which are arranged in the height location where each strut is the same, and lay a wafer, and each wafer installation section has an inclined plane corresponding to bending of said wafer, and said wafer is laid for on this inclined plane.

[Claim 2] It is the boat for heat treatment characterized by what it is a boat for heat treatment equipped with the connection section which connects stanchions, such as this, with two or more stanchions, and two or more wafer installation sections which are arranged in the height location where each strut is the same, and lay a wafer, and each wafer installation section has the curved surface which has predetermined curvature, and said wafer is laid for on this curved surface.

[Claim 3] It is the boat for heat treatment which lays a wafer horizontally and which is characterized by annular or the thing for which it is the boat for heat treatment which holds one or more radii-like wafer installation bases in the vertical direction, and said wafer installation base has an inclined plane corresponding to bending of said wafer, and said wafer is laid on this inclined plane.

[Claim 4] It is the boat for heat treatment which lays a wafer horizontally and which is characterized by annular or the thing for which it is the boat for heat treatment which holds one or more radii-like wafer installation bases in the vertical direction, and said wafer installation base has the curved surface which has predetermined curvature, and said wafer is laid on this curved surface.

[Claim 5] alpha is a boat for heat treatment according to claim 1 or 3 characterized by what is defined with the relation of $\cos\alpha + (d/R) \alpha = 1$ from the amount d of bending according the radius of a wafer to R and its self-weight whenever [tilt-angle / of the inclined plane of said wafer installation section or said wafer installation base].

[Claim 6] Said predetermined curvature is a boat for heat treatment according to claim 2 or 4 characterized by what radius of curvature is 0.5mm or more.

[Claim 7] Said wafer installation base is a boat for heat treatment according to claim 3 to 6 characterized by what it has the enclosure wall which goes around the rim of said wafer for.

[Claim 8] Said wafer installation base is a boat for heat treatment according to claim 3 to 7 characterized by what it has for the larger outer diameter to which turbulence of the gas stream produced in an installation base periphery in the case of heat treatment was set to be located in the outside of said wafer than said wafer.

[Claim 9] The boat for heat treatment according to claim 7 or 8 characterized by what the clearance between wafer installation bases which adjoins up and down is set up narrowly, and a surroundings lump of the gas stream to a wafer is controlled for.

[Claim 10] The boat for heat treatment according to claim 3 to 8 characterized by what is formed possible [division of said wafer installation base].

[Claim 11] It is the boat for heat treatment characterized by what it is the boat for heat treatment which holds two or more annular wafer installation bases in which a wafer is laid horizontally in the vertical direction, and said wafer installation base has the enclosure wall which goes around the rim of said wafer for.

[Claim 12] The process in_ which the amount d of bending by that self-weight is calculated about the wafer of a radius R, and $\cos\alpha + (d/R) \alpha = 1$ The heat treatment approach of the wafer which includes from relation the process in_ which it asks for alpha whenever [tilt-angle], the process which chooses the boat which receives horizontally and has the wafer installation side of the inclination of whenever [tilt-angle /

alpha], or this near value, and the process which heat-treats by laying a wafer in the selected boat.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to amelioration of the boat especially used for a vertical mold diffusion furnace (thermal treatment equipment) about the boat which lays two or more wafers.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is placed between manufactures of a semiconductor device by many processes. A heat treatment process is in one of them. A heat treatment process is an important process used for formation of the defect-free layer to a surface, gettering, crystallization, oxide-film formation, impurity diffusion, etc. The diffusion furnace of the vertical mold heat-treated where the laminating of the wafer is carried out horizontally is mainly used for the furnace used by this heat treatment process, for example, the diffusion furnace used for oxidation or impurity diffusion, (oxidation and dispersion equipment) with current and diameter[of macrostomia]-izing of a wafer (silicon substrate). A boat is used in order to carry in or take out many wafers in this vertical mold diffusion furnace.

[0003] Drawing 18 is drawing which explains roughly a vertical mold diffusion furnace (heat treating furnace), and the wafer 21 laid in the boat 4 carried in to the interior of the reaction chamber 2 of a heat treating furnace 1 is heated at the heater 3 formed in the perimeter of a reaction chamber 2. Gas 40 is introduced into a reaction chamber 2 through the gas installation tubing 5, and it is discharged outside from the flueing tubing 6.

[0004] Drawing 19 shows the example of a configuration of a boat 4, and the support columns 11-14 are combined by the connection member 15. The slots 11c-14c as the wafer installation section are formed in the same height as each support column, and two or more wafers are laid by much Mizouchi, such as this.

[0005] Drawing 14 shows other examples of a boat. In this drawing, the same sign is given to the corresponding part with drawing 19. This drawing (A) is a sectional view of the boat [in / in the top view of a boat 4, and this drawing (B) / the direction of a-b of drawing 14] 4. A wafer is laid horizontally in two or more transverse groove 11c - 14c which becomes the same flat-surface top of the boat stanchions 11-14, and is held by the slot. A majority of such slots are established in the stanchion of a boat, and many wafers are laid in Mizouchi. The boat is usually manufactured with ingredients, such as a quartz (SiO₂) and carbonization silicon (SiC).

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When laying a wafer in the conventional boat, a wafer is placed by Mizouchi of the stanchions 11-14 of a boat, and is held. This slot is formed in the right angle to the extension direction of the stanchion of a boat.

[0007] By the way, a heat treatment process like diffusion is performed at an elevated temperature 800 degrees C or more. Temperature distribution occur in a wafer in this process. Stress arises according to these temperature distribution, and if a fixed critical value with this stress is exceeded, the slip (rearrangement) which is a crystal defect will be generated. Since the critical value of rearrangement generating will become small rapidly if it becomes an elevated temperature, it becomes a problem also by small temperature distribution. Moreover, when the same thermal stress is added, a slip becomes easy to generate an elevated temperature.

[0008] When carrying out the laminating of the wafer to the slot on the boat horizontally, a wafer is held by several points (usually four points) of a wafer periphery. Here, when a wafer is held horizontally, the bending which becomes depressed caudad arises with the self-weight of a wafer. Consequently, as shown in drawing 15, a wafer will contact at angles 11b-14b and the point of a wafer installation slot of a boat.

[0009] Since stress is force of acting on an unit area, when point contact is carried out, compared with the

case where it contacts in a field, the stress which joins a wafer from a boat becomes large. For this reason, a slip of the crystal face is generated with the contact stress of a boat slot at the time of heat treatment. Since the amount of bending is proportional to four articles of a radius, if that from which it was bent by the wafer of conventional 150mmphi, and the amount was small and did not become especially a problem becomes 200mmphi wafer, the amount of bending will become large and a slip will be generated notably. If a component is formed in this slip generating part, it will become causes, such as junction leak.

[0010] Drawing 17 is for explaining other faults, and this drawing (A) is a top view showing the condition of laying the wafer 21 in the slot of the boat stanchions 11-14. Moreover, this drawing (B) is a sectional view in the direction of a-b-c of drawing (A).

[0011] Usually, heat treatment of a wafer goes caudad from the upper part in a heat treating furnace, for example, performs gas 40 with a sink. Although the gas to be used changes with purposes of heat treatment, H₂, N₂, O₂, etc. are mainly used (in the case of oxide-film formation). In the case of impurity diffusion, gas, such as this, is used also as carrier gas of impurity compound gas. Since heat treatment sets two or more wafers to the slot of the support column of a boat and performs them, the surroundings lump condition of gas 40 differs in the part near the support column of a wafer, and other parts. Moreover, the diffusion conditions of an impurity differ in the part which the convection current of the gas 40 which turned between wafers arose, and has produced the convection current, and the part which is not so. Moreover, turbulence 40a of the gas stream of the perimeter of a wafer makes a wafer produce temperature distribution, and becomes the cause which a slip and OSF (surface area layer defect) produce.

[0012] Therefore, in case this invention holds a wafer to the thermal treatment equipment of a vertical mold, it aims at offering a boat for heat treatment which a boat slot eases the contact stress given to a wafer, and a slip does not produce at the time of heat treatment.

[0013] Moreover, this invention controls a surroundings lump of gas to between the wafers located in the boat, and sets it as other purposes to decrease the slip in the wafer circumference, and generating of OSF.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, each wafer installation section has an inclined plane corresponding to bending of a wafer, and is characterized by what a wafer is laid for on this inclined plane in the boat for heat treatment equipped with the connection section in which the boat for heat treatment of this invention connects stanchions, such as this, with two or more stanchions, and two or more wafer installation sections which are arranged in the height location where each strut is the same, and lay a wafer.

[0015] Moreover, each wafer installation section has the curved surface which has predetermined curvature, and is characterized by what said wafer is laid for on this curved surface.

[0016] In the boat for heat treatment which holds one or more radii-like wafer installation bases in the vertical direction, a wafer installation base has annular or an inclined plane corresponding to bending of a wafer, and the boat for heat treatment of this invention is characterized by the thing which lays a wafer horizontally and for which a wafer is laid on this inclined plane.

[0017] Moreover, each wafer installation base has the curved surface which has predetermined curvature, and is characterized by what said wafer is laid for on this curved surface.

[0018] Furthermore, in the boat for heat treatment which holds one or more annular wafer installation bases in which the boat for heat treatment of this invention lays a wafer horizontally in the vertical direction, a wafer installation base has the enclosure wall which goes around the rim of a wafer.

[0019] The process in which the heat treatment approach of the wafer of this invention calculates the amount d of bending by the self-weight about the wafer of a radius R , $\cos\alpha + (d/R) \alpha = 1$ From relation, the process in which it asks for α whenever [tilt-angle], the process which chooses the boat which receives horizontally and has the wafer installation side of the inclination of whenever [tilt-angle / α], or this near value, and the process which heat-treats by laying a wafer in the selected boat are included.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 shows an example of the gestalt of operation of this invention. In this example, since the flat-surface configuration of a boat is the same as that of the conventional example, the sectional view of the boat by which the description appears is shown. In this drawing, the same sign is given to the corresponding part with drawing 14 (B).

[0021] From the amount d of bending based on [when holding the wafer of a radius R on a boat, in order to ease the contact stress of the boat slot accompanying the bending d by the self-weight of a wafer 21 and to

prevent rearrangement generating by slip of the crystal face at the time of heat treatment in this invention] wafers to $\cos\alpha + (d/R) \alpha = 1$ -- (1)

It asks for the include angle α obtained by *****, the wafer installation sides 11a, --, 14a of a boat slot receive horizontally, and a heat (processing) process is performed using the boat by which only the include angle α leans.

[0022] Derivation of the above-mentioned formula (1) is explained with reference to drawing 2. In this drawing, the wafer should be laid in the boat and shall have bent in the shape of radii. Arc ABC expresses bending (cross section) of a wafer. For O, the core of radii and r are [the radius of a wafer and D of the radius of curvature of radii and R] the intersections of Segments AC and alumnus. Segment DB bends and it is equivalent to d. α is an include angle which tangent AA' (it is equivalent to an installation side) and Segment AD (it corresponds horizontally) make.

[0023] since it is include-angle ODA(= include-angle OAA') = 90 degree in a triangle OAD -- include-angle AOD = α and AB = r- α = R it is -- since -- $r = R/\alpha$ -- (2) again -- BO = BD + DO = r d + r cos α = r it is -- since -- $\cos \alpha + d/r = 1$ -- (3) (3) It is (2) to a formula. When a formula is substituted, it is $\cos \alpha + d-\alpha/R = 1$. It becomes and (1) type showing the relation to the condition of having bent the wafer is drawn. In this (1) type, since radius of curvature is a constant, an include angle α is called for by measuring the amount d of bending. An include angle α or by choosing a somewhat larger thing than it so that it may mention later, as for a wafer, the inclination of the field in which a wafer is laid is supported by field contact by the boat.

[0024] The example of this invention is explained. First, 200mmphi of field bearing (100) raised by the so-called CZ process as a wafer and the mirror plane wafer of 725 micrometer [in thickness] ** were used. Since it is 0.09mm when the amount d of bending based on [when laying the wafer 21 of 200mmphi in a boat] wafers is calculated in this heat treatment, the slot on the boat is the include angle α of an installation side and a horizontal $\cos\alpha + (d/R) \alpha = 1$ The thing for which it asked and which was leaned 0.10 degrees was used.

[0025] The wafer was laid in this boat and it introduced into the heat treating furnace of a vertical mold at 800 degrees C. Then, the temperature up was carried out to 1200 degrees C in the hydrogen (H₂) ambient atmosphere, and heat treatment was performed at 1200 degrees C for 1 hour. The temperature was lowered to 800 degrees C after that, and it took out from the heat treating furnace.

[0026] It laid in the conventional boat which shows CZ substrate (wafer) of the same 200mmphi as an example to drawing 14 as a sample of the conventional example, and heat-treated on the same conditions as an example. The include angle at which Mizouchi's wafer installation side makes the conventional boat horizontally is 0 times. An example and the conventional example of the quality of the material of a boat are the same at a quartz.

[0027] The slip which produced to the wafer the wafer which went heat treatment using the boat of the conventional example and the boat of an example by the X-ray Lang method (Moka (220) reflection) was evaluated. This is shown in drawing 16. In this drawing, 11-14 show the location where the stanchions 11-14 of a boat existed.

[0028] When the conventional boat is used, slip 21a has arisen from the contact section (two places) of a boat about 0-5cm. the inclination of slip generating -- a few of the wafer circumference -- the origin of slip generating is seen at the place of the inside. This origin supports the contact parts 11b and 14b of a wafer and the slot of a boat. Usually, since the slip generated with thermal stress at the time of heat treatment is generated with the periphery (edge) of a wafer as the starting point, it turns out that contact stress with a boat was added and the slip arose.

[0029] On the other hand, when the boat concerning this invention was used, generating of a slip to a wafer was not able to be seen.

[0030] Thus, the inclined plane of the include angle corresponding to the amount of bending of a wafer is formed in the wafer installation side of the slot on the boat. Although it becomes a wafer and point contact during heat treatment, stress concentrates on one point and a slip is generated with the conventional technique, one-point concentration of stress is avoidable by considering as field contact in this invention.

[0031] Next, the 2nd example is explained. In this example, the same wafer as the above-mentioned example was used, and 1200 degrees C and the same conditions of 1 hour were heat-treated using the boat which leaned α to 2 times whenever [tilt-angle / of the installation side of a boat]. this wafer -- X-ray Lang -- law estimated similarly. Consequently, generating of a slip was not seen like the 1st example.

[0032] By setting α as the include angle more than the include angle according to the amount of bending of a wafer whenever [tilt-angle / of the installation side of a boat slot], since it was avoided that the edge of

a slot carries out point contact to a wafer, this is considered. Usually, a wafer will contact the installation side of a slot in the bevel section whose cross-section configuration is circular (semicircle). For this reason, it compares with the conventional boat, a touch area increases, contact stress decreases, and generating of a slip is prevented.

[0033] Thus, practically, although it is desirable to set the inclination of the wafer installation side of the slot on the boat as the include angle α corresponding to the amount d of bending of a wafer, if it is a larger include angle than an include angle α , the effectiveness of slip generating prevention will be acquired in the inclination of a wafer installation side.

[0034] The gestalt of the 2nd operation is shown in drawing 3. In this drawing, the same sign is given to the corresponding part with drawing 17. With the gestalt of this operation, a wafer is laid in the annular susceptor (base) surrounding the edge of a wafer, and it puts on a boat. The top view in the condition that drawing 3 R> 3 (A) put the wafer on the boat, and this drawing (B) are sectional views in the direction of a-b-c of this drawing (A).

[0035] A wafer 21 is laid on installation side 31a which inclined inside the susceptor 31. Whenever [tilt-angle / of installation side 31a], α is defined based on the formula (1) mentioned above, and demonstrates the effectiveness which controls generating of the slip by stress like the example mentioned above.

[0036] The whole is formed annularly, an installation side has a cross-section configuration in the direction of a path in inner circumference side 31b further, and the susceptor 31 serves as the shape of an "L" character which turns to the inside from which a periphery side is set to wall 31c. In this example, wall 31c of a susceptor is formed so that it may become a location higher than the top face of the wafer 21 which that upper limit side laid, and it is formed so that it may go around the rim of a wafer 21. In addition, a cross-section configuration may not be limited in the shape of an "L" character, and may be a "Reverse T" character-like. Spacing between each susceptor 31 which laid the wafer 21 is narrowly set up compared with the case of the conventional boat installation.

[0037] By using the susceptor of such structure, the convection current resulting from a surroundings lump of gas and a surroundings lump is controlled. It is convenient when heat-treating without making a wafer react especially.

[0038] Drawing 4 shows the gestalt of the 3rd operation. In this drawing, the same sign is given to the corresponding part with drawing 17. Although the gestalt of this operation also lays a wafer in an annular susceptor (base) and puts it on a boat, a susceptor outer diameter is larger than the outer diameter of a wafer. The top view in the condition that drawing 4 (A) put the wafer on the boat, and this drawing (B) are sectional views in the direction of a-b-c of this drawing (A).

[0039] A wafer 21 is laid on installation side 31a which inclined inside the susceptor 31. Whenever [tilt-angle / of installation side 31a], α is defined based on the formula (1) mentioned above, and demonstrates the effectiveness which controls generating of the slip by stress like the example mentioned above.

[0040] In this example, as mentioned above, the path of a susceptor 31 is formed more greatly enough than the path of a wafer 21. For this reason, the effect by surroundings lump 40a of the gas which may be produced in the periphery side of a susceptor 31, and the convection current resulting from a surroundings lump does not attain to a wafer 21.

[0041] How to lay a wafer in a boat using the susceptor mentioned above is explained with reference to drawing 5. Here, two examples are explained. In the 1st example, as shown in drawing 5 (A), a wafer 21 is laid in the annular susceptor 31. Then, two or more slots and holes (not shown) which were established in each of the stanchions 11-14 of a boat at constant pitch are used, and a susceptor 31 is fitted in or engaged with the slot concerned etc. Thereby, as shown in drawing 5 (C), a wafer 21 is laid in a boat through a susceptor 31. Similarly, two or more wafers are laid in a boat.

[0042] As shown in drawing 5 (B), a boat and a susceptor consist of the 2nd example in one. And a susceptor 31 is formed in body side 31A and piece of division 31B disengageable. In this case, piece of division 31B is removed and a wafer 21 is laid in susceptor 31A by the side of a body. Then, it fits into the hole (not shown) formed in susceptor 31A, and insertion pin 31c of piece of division 31B is closed. Thereby, as shown in drawing 5 (C), a wafer 21 is laid in a boat through a susceptor 31. Similarly, two or more wafers are laid in a boat through a susceptor.

[0043] Next, the experimental result at the time of using the susceptor which has an inclined plane is explained. 6.3mm and the diameter of a wafer used the 200mm thing, and the slot pitch of a boat compared the boat the conventional boat, drawing 3, and given in drawing 4. 100 wafers can be laid in each boat.

[0044] The dimension of a susceptor shown in drawing 3 makes 0.1 degrees the tilt angle α of 2.3mm of clearances between adjoining susceptors, and the installation side according to bending of a wafer the diameter of 206mm, and height of 4mm. The susceptor shown in drawing 4 made 0.1 degrees the diameter of 220mm, height of 2mm, and the tilt angle α . It laid 100 mirror plane wafers of field bearing (100), P type, $\rho = 4\text{--}6\Omega\text{cm}$ of resistance cm, and oxygen density (O_i) = $12.5\text{--}13.5 \times 10^{17}$ atom / cm at a time in three kinds of boats containing a conventional type.

[0045] The boat was put into the vertical mold diffusion furnace, and it heat-treated in the hydrogen ambient atmosphere. The flow rate of hydrogen gas was carried in to the furnace at 10 l/min and 800 degrees C, and after permuting by hydrogen gas, 1000 degrees C carried out by 15 degrees C / min, and, as for it, it carried out the temperature up of the 1200 degrees C by 3 degrees C / min. The wafer was taken out, after 1000 degrees' C having lowered the temperature by 3 degrees C / min, and 800 degrees' C having lowered the temperature by 15 degrees C / min as well as [after performing heat treatment at 1200 degrees C for 1 hour] the time of a temperature up and permuting the gas in a furnace by nitrogen gas. the wafer after annealing -- every 20 sheets from each boat -- sampling -- ten sheets -- X-ray Lang -- law estimated the slip. About the ten remaining sheets, in the oxygen ambient atmosphere, after performing at 780 degrees C and performing annealing of 10 hours at 1000 degrees C for 3 hours, it etched for 1 minute with light (Wright) liquid, and OSF (surface area layer defect) was observed.

[0046] Consequently, in heat treatment of the wafer using the conventional boat, as shown in drawing 13 (A), 30mm [a maximum of] slip 21a occurred from the part to which the rod of a boat contacted the wafer 21. Moreover, it is 2 the 5×10^3 maximum consistencies/cm to the place of 3-5mm of peripheries. OSF21b occurred in band-like.

[0047] On the other hand, in heat treatment of the wafer using the susceptor shown in drawing 3 and 4, as shown in drawing 13 (B), a slip and OSF were not generated. A wafer carries out field contact in the inclined plane in consideration of bending of the wafer of a susceptor, and since the self-weight of a wafer distributed and internal stress decreased, this is considered that the slip was controlled. Moreover, a surroundings lump of gas is controlled, contamination by the impurity in hydrogen gas is avoided, and it is thought that OSF did not occur. Furthermore, IC was manufactured to the wafer which performed such heat treatment. The inclination was not looked at such by what used the boat of this application for what heat-treated the wafer using the conventional boat although it occurred frequently in the defect for the chip of the periphery section.

[0048] Thus, it becomes possible to control generating of a slip by making into an inclined plane the field in which a wafer is laid in consideration of bending by the self-weight of a wafer, and laying a wafer by field contact (maintenance). Furthermore, it becomes possible to control generating of a slip and generating of OSF to coincidence by making it turbulence of a gas stream not arise near the front face of a wafer using the susceptor in consideration of the gas stream in a furnace.

[0049] In addition, with the gestalt of operation, although the susceptor was made annular, when setting control of slip generating by bending of a wafer as the main purpose, a susceptor can be made circular.

[0050] Next, the gestalt of the 4th operation is explained with reference to drawing 6 - Fig. 1212 . First, in order to realize control of the rearrangement generated to 200mmphi wafer with internal stress from the corner (edge) parts 11b-14b of the boat installation section, when the parts 11c-14c which lay a wafer were assumed to be the spherical surfaces, the relation between a ball radius and the decomposition shearing force which acts on a wafer was investigated. This result is shown in the graph of drawing 6 .

[0051] In this drawing, the plot of a white round head shows the case of 150mmphi wafer, and the plot of a black dot shows the case of 200mmphi wafer. This showed that decomposition shearing stress values were 60MPa(s), when the ball radius was made into 0.6mm near. And when a ball radius is 0.6mm or less, since shearing stress increases greatly, it is presumed that a rearrangement arises to a wafer. Since shearing stress is eased when a ball radius is 0.6mm or more, it is presumed that a rearrangement decreases.

[0052] Then, what made the corner parts 11b-14b in contact with the wafer of the installation slot of the wafer of a boat various radius of curvatures was created. This is shown in drawing 7 and drawing 8 . In both drawings, the same sign is given to drawing 15 and a corresponding part, and explanation of this part is omitted. The wafer of 200mmphi was laid and the vertical mold heat treating furnace mentioned above performed predetermined heat treatment on boats, such as this, at the wafer. The generating condition of the rearrangement of the heat-treated wafer was observed by X-ray topography. The result is shown in drawing 10 . In this drawing, the axis of abscissa expresses the die length of the rearrangement (slip) from which the axis of ordinate produced the radius of curvature of a corner. When the curvature of the corner section of a field which lays a wafer was set to 0.6mm or more and the boat was formed, it was checked that generating

of a slip (rearrangement) is controlled. Moreover, in the conventional boat, although the slip with which the slip generated from the rear-face side of a wafer results in the front-face side of a wafer was also able to be seen, when curvature was set to 0.6mm or more, even if the slip was generated in the rear-face side of a wafer, what results even in a front-face side was lost.

[0053] In addition, only in the direction of a cross section shown in drawing 7 and drawing 8 (A), the configuration of the installation side of a wafer is good also for the corner seen from the top face of wafer installation side 11a also as preparing curvature, as shown in drawing 8 (B). The corner section of wafer installation side 14a shows the case where, as for drawing 9, 14b has the curved surface of three dimensions.

[0054] Drawing 11 and drawing 12 show the example applied to the gestalt of the above-mentioned operation which lays the wafer 21 of drawing 3 (B) and drawing 4 (B) in a susceptor 31, respectively. Instead of making the installation side of a susceptor into the inclined plane according to bending of a wafer, it considers as the susceptor in which the corner of installation side 31a has predetermined radius of curvature, for example, the radius of curvature of 0.6mm or more. It becomes cancelable [faults, such as a slip resulting from the temperature gradient by control of slip generating resulting from the corner of an installation side, and turbulence of a gas stream, and OSF generating,] according to the gestalt of this operation as well as the gestalt of the above-mentioned implementation.

[0055]

[Effect of the Invention] As explained above, it becomes possible by using the boat of this invention to decrease generating of the slip which originates in bending of a wafer and a boat slot and is produced to a wafer compared with the case of the former which heat-treats by laying a wafer horizontally. Especially this is effective at elevated-temperature heat treatment of 1000 degrees C or more to which the yield stress of a wafer becomes small.

[0056] Moreover, by the boat which uses the susceptor by which control of slip generating by the inclination or curved surface of an installation side of this invention and surroundings lump prevention of a gas stream were achieved, a surroundings lump of the gas near the wafer is also controlled further, and OSF decreases and is desirable.

[Translation done.]

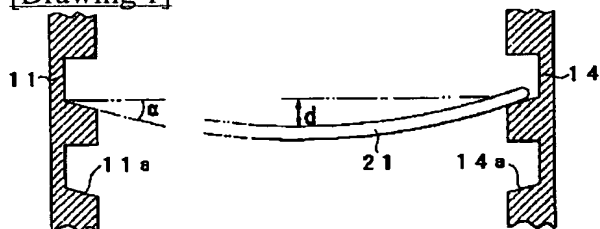
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

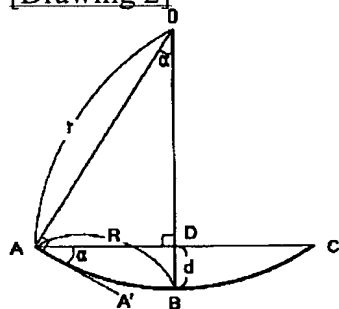
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

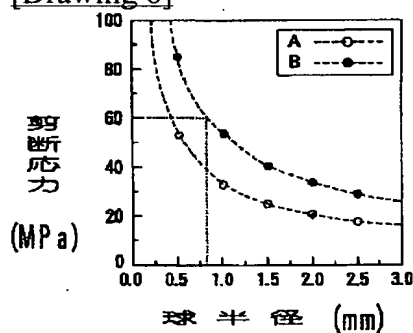
[Drawing 1]



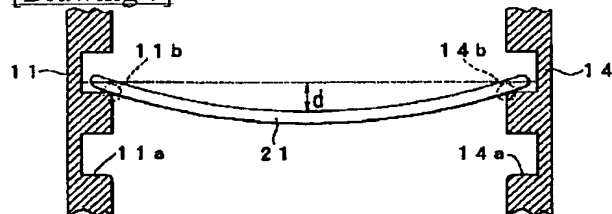
[Drawing 2]



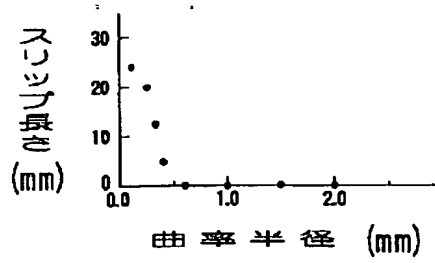
[Drawing 6]



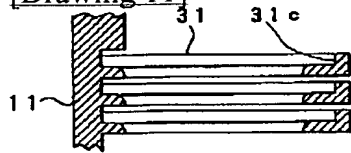
[Drawing 7]



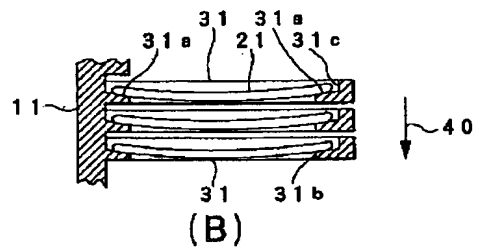
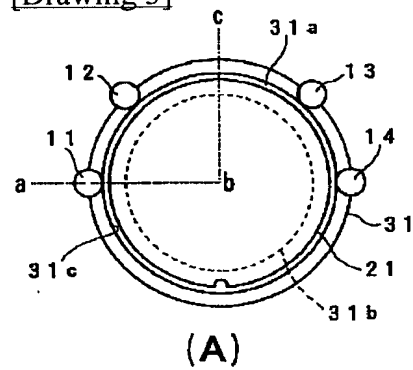
[Drawing 10]



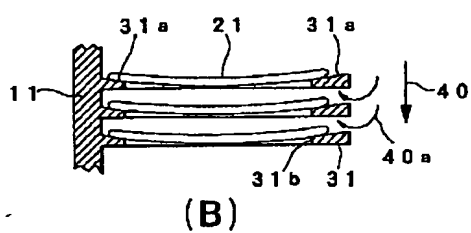
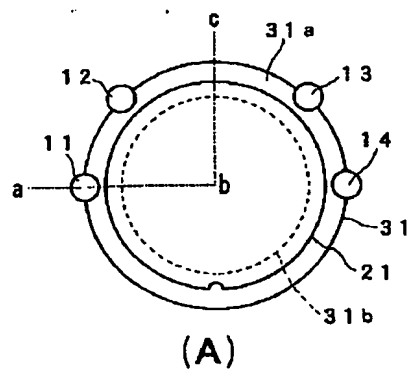
[Drawing 11]



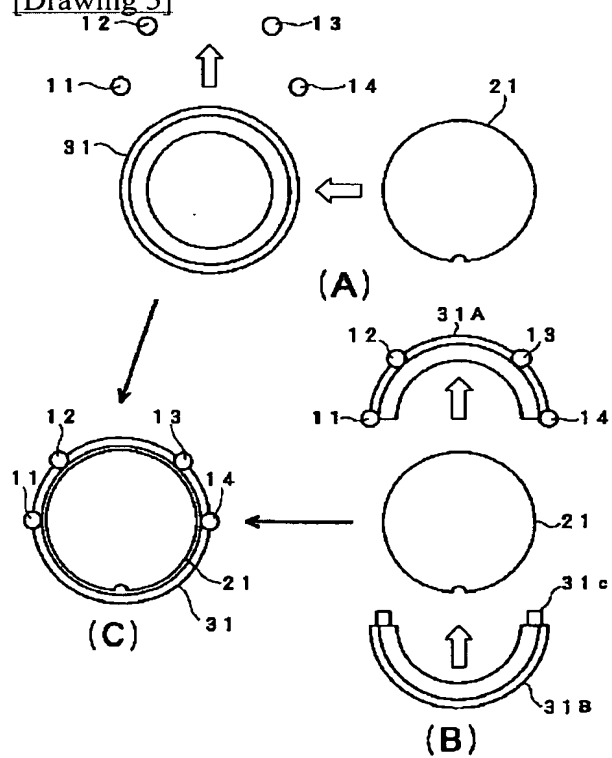
[Drawing 3]



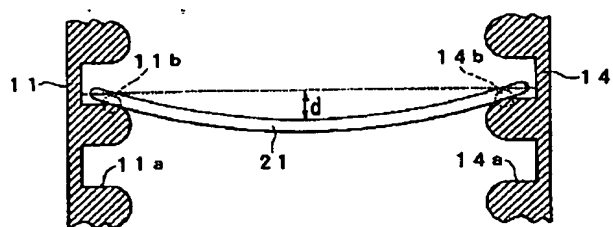
[Drawing 4]



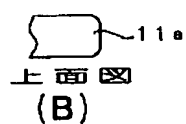
[Drawing 5]



[Drawing 8]

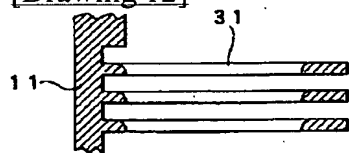


(A)

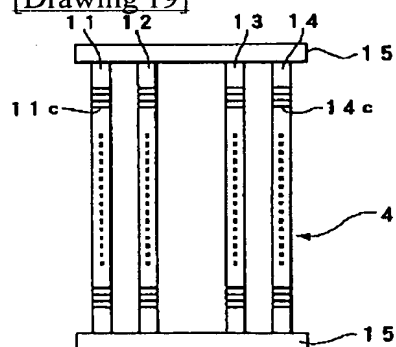


(B)

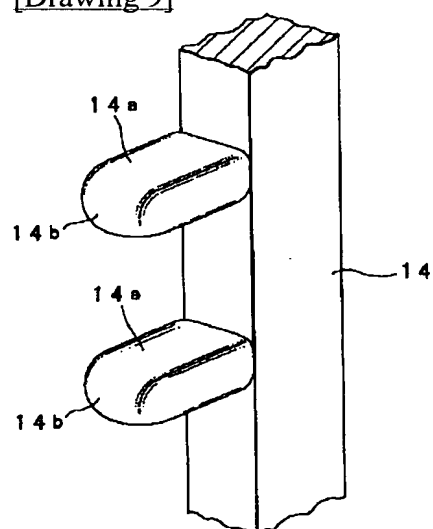
[Drawing 12]



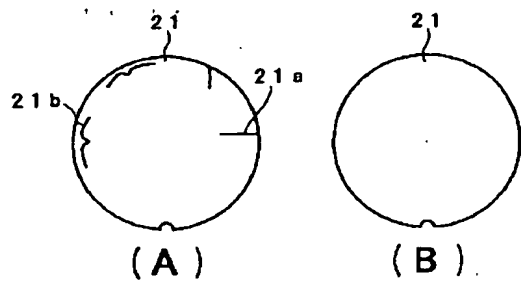
[Drawing 19]



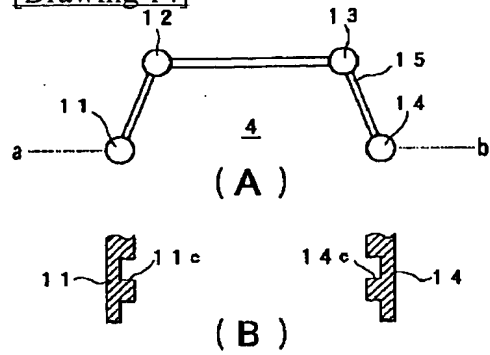
[Drawing 9]



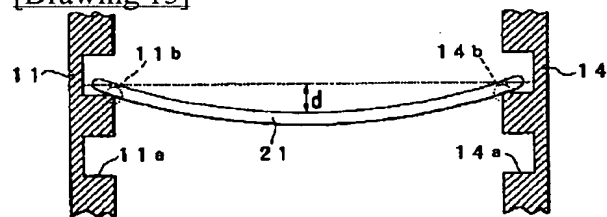
[Drawing 13]



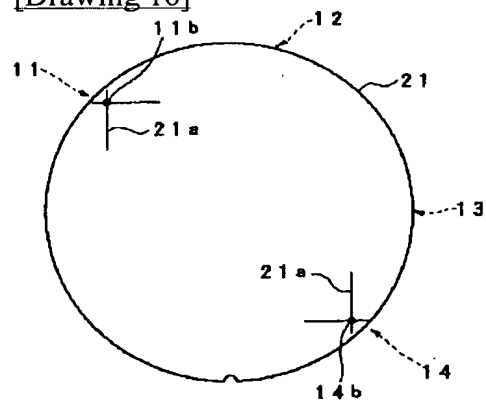
[Drawing 14]



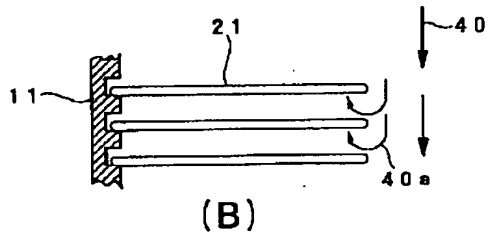
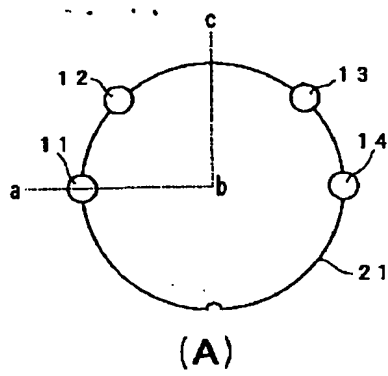
[Drawing 15]



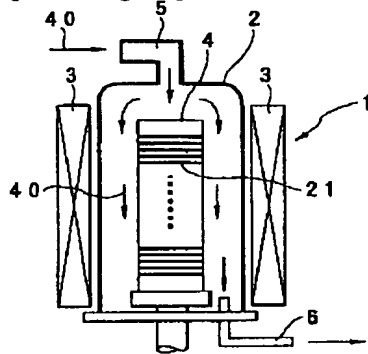
[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Translation done.]